

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИНИХ ПОЛІМЕРІВ**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Гомеля М.Д.

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

**з напрямку підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища
та збалансоване природокористування»**

**на тему: «Удосконалення системи очищення стічних вод на Бортницькій
станції аерації Приватного акціонерного товариства «АК Київводоканал»»**

Виконала:

студентка IV курсу, групи ЛЕ-51

Одарчук А. В.

Керівник:

Доцент, к.х.н.

Овсянкіна В. О.

Консультант з розділу «охорона праці»:

Доцент, к.т.н.

Ковтун І. М.

Рецензент:

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студентка _____

Київ – 2019 рік

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП ЛЕ51.26.019 ПЗ	Пояснювальна записка	61	
3	A1	ДП ЛЕ51.26.019 ГП	Генеральний план	1	
4	A1	ДП ЛЕ51. 26.019 П	Характеристика води	1	
5	A1	ДП ЛЕ51.26.019 ТС	Технологічна схема	1	
6	A1	ДП ЛЕ51.26.019 ТК	Профіль руху води	1	
7	A1	ДП ЛЕ51.26.019 ТК	План розміщення очисних споруд	1	

				ДП ЛЕ51 26.019.В		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Одарчук А.В.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Овсянкіна В.О.					
Консульт.	Ковтун І.М.				КПП ім. Ігоря Сікорського Каф. Е та ТРП Гр. ЛЕ-51	
Н/контр.						
Зав.каф.	Гомеля М.Д.					

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Удосконалення системи очищення стічних вод на
Бортницькій станції ареації Приватного акціонерного
товариства «АК Київводоканал»»**

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИНИХ ПОЛІМЕРІВ

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки (програма професійного спрямування) – **6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Гомеля М.Д.

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Одарчук Аліні Володимирівній

1. Тема проекту «Удосконалення системи очищення стічних вод на Бортницькій станції ареації Приватного акціонерного товариства «АК Київводоканал»», керівник проекту Овсянкіна В. О., к.х.н., доцент, затверджені наказом по університету від 22. 05. 2019 р. № 1323.
2. Термін подання студентом проекту: 10 червня 2019 року
3. Вихідні дані до проекту: Витрата води – 700000 м³/добу; концентрація завислих речовин – 130-210 мг/дм³; БСК_{повне} – 250 мг /дм³; вміст жирів та плаваючих органічних домішок – до 15 мг/дм³; рН – 7,3 - 8,1; вміст іонів важких металів – до 0,5 мг/дм³, фосфати – 12 мг/дм³; хлориди – 138 мг/дм³; сульфати – 79 мг/л; мінералізація – 1100 мг/дм³; ХСК – 470 мг/дм³.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ, техніко-економічне обґрунтування проекту, технологічна частина, технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд, будівельна частина, охорона праці, висновки, список використаної літератури.
5. Перелік графічного матеріалу: генеральний план на відмітці + 0.000, характеристика води, технологічна схема, профіль руху води, план розміщення очисних споруд.

6.Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Ковтун І. М.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	15.04 – 19.05	
2	Обґрунтування технологічної схеми	20.05 – 23.05	
3	Виконання розрахунків	24.05 – 31.05	
4	Оформлення посньювальної записки	01.06 – 04.06	
5	Виконання креслень	05.06 – 09.06	

Студент

Одарчук А.В.

Керівник проекту

Овсянкіна В.О.

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему: «Удосконалення системи очищення стічних вод на Бортницькій станції аерації Приватного акціонерного товариства «АК Київводоканал»».

Пояснювальна записка: 65 с., 8 рис., 9 табл., 4 додатки, 6 літературних посилань, 5 креслень на А1.

Складається із наступних розділів: вступ, техніко – економічне обґрунтування, технологічна частина: характеристика стічної та очищеної води, розробка та обґрунтування технологічної схеми, короткі теоретичні відомості про хімічні, фізичні та біологічні процеси, матеріальний баланс, технологічні та гідравлічні розрахунки, будівельна частина, охорона праці, висновки, список використаної літератури та додатки.

Мета проекту: розробка найбільш ефективної та технологічно-економічної системи очищення стічних вод на Бортницькій станції аерації.

Виконано технологічний і гідравлічний розрахунок очисних споруд, а також розрахунок матеріального балансу. Розроблені креслення генерального плану, технологічної схеми, , профіль руху води, план розміщення споруд та наведена таблиця вихідних даних у масштабі 1:100.

СТІЧНІ ВОДИ, РЕШІТКИ, ПІСКОУЛОВЛЮВАЧ, ВІДСТІЙНИКИ, АКТИВНИЙ МУЛ, ЗНЕЗАРАЖЕННЯ, ЗНЕВОДНЕННЯ.

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект на тему: «Совершенствование системы очистки сточных вод на Бортнической станции аэрации Частного акционерного общества «АК Киевводоканал»».

Пояснительная записка: 65 с., 8 рис., 9 табл., 4 примечания, 6 литературных ссылок, 5 чертежей на А1.

Состоит из следующих разделов: введение, технико - экономическое обоснование, технологическая часть: характеристика сточной и очищенной воды, разработка и обоснование технологической схемы, краткие теоретические сведения о химических, физических и биологических процессах, материальный баланс, технологические и гидравлические расчеты, строительная часть, охрана труда, выводы, список использованной литературы и примечания.

Цель проекта: разработка наиболее эффективной и технологически-экономической системы очистки сточных вод на Бортнической станции аэрации.

Выполнен технологический и гидравлический расчет очистных сооружений, а также расчет материального баланса. Разработаны чертежи генерального плана, технологической схемы, профиль движения воды, план размещения сооружений и приведена таблица исходных данных в масштабе 1: 100.

СТОЧНЫЕ ВОДИ, РЕШЕТКИ, ПЕСКОЛОВКИ, ОСТОЙНИКИ, АКТИВНЫЙ ИЛ, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ, ОБЕЗВОЖИВАНИЕ.

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Diploma project on « Improvement of the sewage treatment system at Bortnitska aeration station Private joint-stock company «AK Kyivvodokanal»».

Explanatory note: 65 p., 8 fig., 9 tables, 4 applications, 6 literary references, 5 drawings format A1.

It consists of the following sections: introduction, technical - economic justification of technology: characterization of waste and clean water, development and justification of process scheme, short theoretical information on chemical, physical and biological processes, material balance, technological and hydraulic calculations of construction, labour protection, conclusions, list of references and notes.

Purpose: development of the most efficient and technologically-economic wastewater treatment system at Bortnitska aeration station.

The technological and hydraulic calculation of water treatment facilities and material balance calculations is done. There are developed of the general plan, the technological scheme, the profile of the movement of the water, the plan for the placement of the structures and the table of the initial data in scale o1: 100.

SEWAGE, LATTICES, SEWING MACHINE, SITES, ACTIVE MULE, , DISABILITY, DEHYDRATION.

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст

Вступ	11
1. Техніко - економічне обґрунтування проекту.....	12
2. Технологічна частина.....	14
2.1. Характеристика стічної та вимоги до очищеної води.....	14
2.2. Розробка та обґрунтування технологічної схеми очищення води	16
2.3. Розрахунок матеріального балансу.....	20
2.4. Теоретичні дані про фізичні та хімічні процеси, які реалізуються в даній технологічній схемі водоочищення	27
2.4.1. Очищення від крупних фракцій.....	27
2.4.2. Відстоювання.....	32
2.4.3. Біологічне очищення.....	34
2.4.4. Стабілізація осаду.....	35
2.4.5. Знезараження.....	35
3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД.....	37
3.1. Проектування приймальної камер	37
3.2. Проектування решіток	37
3.3. Проектування піскоуловлювачів.....	39
3.4. Проектування піскових майданчиків	41
3.5. Проектування первинних відстійників	41
3.6. Проектування аеротенків.....	42
3.7. Проектування вторинних відстійників	45
3.8. Проектування метантенків	45
3.9. Вибір насосів.....	45
3.10. Вибір фільтр-пресу.....	46
3.11. Вибір озонаторної установки	46
4. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	47
4.1. Розміщення очисних споруд.....	47
4.2. Об'ємно-планувальне вирішення адміністративно-побутових будівель	48
5. Охорона праці	49

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1. Повітря робочої зони	49
5.2. Пожежна безпека.....	52
5.3. Електронбезпека.....	53
Висновки	55
Список використаної літератури	56
Додаток 1	57
Додаток 2.....	59
Додаток 3	61
Додаток 4.....	64

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Стічні води – це забруднена вода, яка була використана людиною у побуті, у сільському господарстві, на підприємстві та будь-яким іншим чином. Після використання вона повертається у водойму, але перед тим, її повинні очистити. У Києві очищення стічних вод виконує Бортницька станція аерації, після очищення вода надходить до р. Дніпро.

Актуальність теми дипломної роботи полягає у тому, що показники очищеної води не становлять тих значень, які повинні відповідати вимогам за СНіПом 2.04.02-85 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди подопостачання і каналізації».

На станції очищення стічних вод, перед тим, як вода буде направлена у річку, вона повинна бути не тільки очищена, а й знезаражена від мікроорганізмів, які шкодять здоров'ю людей та навколишньому середовищу. На сьогоднішній день на БСА не встановлено знезаражувачів, тому якість очищеної води становить не найкращі значення.

Дане підприємство залишається і досі єдиним у м. Києві, яке виконує очищення стічних вод. Через велике навантаження та термін експлуатації обладнання не працює більше на максимаьній потужності.

Предметом дослідження є система очищення стічних на Бортницькій станції аерації.

Об'єкт дослідження – АК «Київводоканал» Бортницька станції аерації.

Метою дипломного проекту є проектування удосконаленої системи очищення стічних вод, яка використовується на БСА.

Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

- розглянути діючу систему очищення стічних вод на Бортницькій станції аерації;
- ознайомитись із даними аналізу якості очищеної води;
- розробити удосконалену систему очищення стічних вод, яка може використовуватись на підприємстві, для покращення якості очищеної води.

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Техніко - економічне обґрунтування проекту

Бортницька станція аерації – єдина станція, яка виконує очищення побутових та промислових м. Києва, найближчих міст і селищ. Це складний комплекс споруд, які були побудовані у 1950 - 1960 рр. для повної біологічної очистки стічних вод.

Повна потужність станції 1,8 млн м³ на добу. Станція складається з трьох блоків, потужність кожного становить 600 тис. м³ на добу. На сьогоднішній день на станцію надходить від 600 до 700 тис. м³ на добу.

Станція знаходиться на лівому березі м. Києва біля с. Бортничі. Завдяки тому, що лівий берег розміщений нижче ніж правий, вода майже по всій каналізаційній мережі рухається самочинно.

У 1990 – 2000 рр. витрата води становила від 800 тис. до 1 млн м³ на добу. Враховуючи, що тарифи, на оплату комунальних послуг збільшились, люди намагаються використовувати воду якнайменше. Тому станом на сьогоднішній день, вода коли проходить по каналізаційній мережі, вже немає такого напору, як це було раніше, є більше засмічення труб. Все сміття, яке залишається там і не може бути винесене потоком стічних вод, починає процес біологічного розкладу, тому збільшується ймовірність того, що такі хвороби, як кишкова паличка будуть розповсюджуватись ще більше, ніж раніше.

На Бортницькій станції аерації використовується як механічне очищення води за допомогою решіток, піскоуловлювачів та первинних відстійників, а також і біологічне очищення за допомогою аеротенків-витиснювачів та вторинних відстійників.

Наразі, схема очищення, яка зараз використовується на БСА є актуальною, але не досконалою, так як, немає знезаражувача, який знезаражує бактерії, віруси та хвороби. Також, не встановлено витратний бак флокулянту, який використовується для зниження вологості осаду.

З 50 – 60-х років суттєвих змін не вносилось та реконструкція станції не відбувалась. Проектні норми 60-х років взагалі не передбачали очистку стічних вод за окремими сполуками. Станом на сьогоднішній день відбулися зміни в якісному складі стічних вод. Споруди були розраховані на досягнення трьох показників в

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

очищеній воді. Наразі якість очищеної води контролюється за шістнадцятьма показниками, на що станція не може виконати таке якісне очищення.

Стосовно знезараження води, може бути запропоновано такі два процеси: хлорування та озонування.

Найбільш дешевим та розповсюдженим способом є хлорування. При взаємодії хлору та забрудненої води утворюються вільні іони, які в свою чергу взаємодіють з біологічними забруднювачами та утворюються комплекси, внаслідок чого хлор починає поглинати у мікробних клітин ферментну систему і вони починають руйнуватись.

Для досягнення максимального ефекту потрібно вводити певну кількість хлору, а також правильно розрахувати час його взаємодії із забрудненою водою. Потрібну дозу реагенту визначають за допомогою пробного хлорування. Якщо використовується хлоратор, потрібно встановлювати і дехлоратор, який буде усувати надлишок хлору.

Озонування – це процес окислення органічних речовин під дією озону, так як озон це найсильніший окиснювач. Для виконання озонування води потрібна невелика кількість електроенергії, щоб в спеціальних апаратах з повітря отримувати озон. З озонаторної установки озон направляється в спеціальні ємності в яких знаходиться вода та підлягає знезаражуванню при перемішуванні.

У запропонованій технологічній схемі додано знезаражувач озонатор. З економічної точки зору, озонатори становлять більшу ціну ніж хлоратори, але при встановленні хлоратора потрібно встановлювати і дехлоратор. При такому об'ємі води потрібно великий надлишок хлору, який не можливо буде усунути дехлоратором, тому і було обрано спосіб знезараження води – озонування.

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технологічна частина

2.1. Характеристика стічної та вимоги до очищеної води

Бортницька станція аерації наразі працює потужністю 700 000 тис. м³ на добу. Характеристика стічної води наведена в таблиці 2.1.

Табл. 2.1. – Характеристика стічної та вимоги до очищеної води

Показник якості	Стічна вода	ГДС, г/год
Завислі речовини, мг/дм ³	130-210	9,25
БСК _{повн.} , мг/дм ³	250	16
Вміст жирів та плаваючих органічних домішок, мг/дм ³	до 15	10,0
Залізо загальне, мг/л	до 0,5	0,2
pH	7,3-8,1	6,5-8,5
Фосфати, мг/дм ³	12	1,8
Хлориди, мг/л	138	101
Сульфати, мг/л	79	56
Мінералізація, мг/л	1100	720
ХСК, мг/л	470	42
Характеристики річки		
Витрата води		1360 м ³ /с
Середня швидкість течії		0,5 м/с
Середня глибина річки		3,7 м
Середня температура води влітку		18 °С
Коефіцієнт звивистості русла		1,1
Відстань від місця скиду до контрольного створу		750 м

Розрахунок допустимої концентрації завислих речовин і БСК в очищеній воді
Коефіцієнт турбулентної дифузії:

$$E = \frac{V_c H_c}{200} \quad (2.1)$$

де V – середня швидкість течії ріки, м/год;

H_c – середня глибина русла, м

$$E = \frac{0,5 \cdot 3,7}{200} = 0,009$$

Коефіцієнт, який враховує вплив гідравлічних факторів змішування природних і стічних вод:

$$\alpha = \varepsilon \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}} \quad (2.2)$$

φ – відношення відстаней між місцями скидання і водокористування за фарватером по прямій лінії; (1 за берегового і 1,5 – за стрижневого скидання стічних вод);

E – коефіцієнт турбулентної дифузії

$$\alpha = 1 \cdot 1,1 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,009}{8,1}} = 0,11$$

Ступінь змішування:

$$a = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + (Q/q)e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}} \quad (2.3)$$

L – відстань за фарватером від місця скидання стічних вод до найближчого створу водокористування, м;

α – коефіцієнт, що враховує гідравлічні умови змішування; визначається за формулою

$$a = \frac{1 - e^{-0,11 \sqrt[3]{715}}}{1 + (1360/8,1)e^{-0,11 \sqrt[3]{715}}} = 0,01$$

Кратність розведення стічних вод:

$$n = \frac{aQ + q}{q} = \frac{0,01 \cdot 1360 + 8,1}{8,1} = 2,7 \quad (2.4)$$

Розрахунок максимально допустимої концентрації завислих речовин в очищеній воді:

$$m = P\left(\frac{aQ}{q} + 1\right) + b \text{ г/м}^3 \quad (2.5)$$

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

P – допустиме збільшення вмісту шкідливих речовин;

b – вміст завислих речовин у воді водоймища до місця пуску стійчних вод;

$$m = 0,025 \cdot \left(\frac{0,01 \cdot 1360}{8,1} + 1 \right) + 0,025 = 0,09 \text{ г/м}^3$$

Ступінь очищення води щодо завислих речовин на очисних спорудах:

$$E = \frac{100(C - m)}{C} \% \quad (2.6)$$

$$E = \frac{100 \cdot (210 - 50)}{210} = 76,2 \%$$

Допустима БСК_{повн} стічних вод, що випускаються у водоймище:

$$L_{cm} = \frac{aQ}{0,4q} (O_p - 0,4L_p - O) - \frac{O}{0,4} \text{ мг О}_2/\text{дм}^3 \quad (2.7)$$

O_p – вміст розчиненого кисню у воді водоймища;

O – максимальне БСК.

$$L_{cm} = \frac{0,01 \cdot 1360}{0,4 \cdot 8,1} \cdot (10 - 0,4 \cdot 1,5 - 4) - \frac{4}{0,4} = 12,7$$

Необхідний ступінь очищення, %:

$$E = \frac{100(L_a - L_{cm})}{L_a} \quad (2.8)$$

L_a – БСК стічних вод до їх очищення, мг/дм³

$$E = \frac{100 \cdot (250 - 12,7)}{250} = 94,9$$

2.2. Розробка та обґрунтування технологічної схеми очищення води

Розглянемо варіанти технологічної схеми очищення стічних вод з застосування різних споруд. Наприклад, можна встановити метантенк на початку очищення стічних вод, для того, щоб зменшити біологічне споживання кисню. Таким чином, є можливість позбутись від запаху, який постійно відчувається в районі побудованої станції, але взимку його необхідно буде обігрівати, так як там повинно зберігатись тепло. З економічної точки зору це є недоцільним.

Після піскоуловлювача також можна встановити гідроциклон для відмивки фракцій піску від органічних речовин та його зневоднення, але щоб осідав саме пісок у піскоуловлювачі є можливість встановити оптимальну швидкість руху

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потоків води. Таким чином гідроциклон не встановлюється, так як його головними недоліками є велика витрата електроенергії та швидкий знос деталей.

В даній технологічній схемі було обрано аеротенк-витиснювач з регенерацією активного мулу, так як воду і мул подають на початок споруди, а суміш відводять в кінці, і суміш стічних вод з активним мулом рухаються в аеротенках в поршневого режимі, який витиснює. В аеротенках-змішувачах стічна вода і мул підводяться і відводяться рівномірно вздовж довгих сторін споруди і перемішуються майже з усім обсягом води споруди. В аеротенках проміжного типу можна розсосереджено подати або воду (зазвичай застосовується на практиці), або мул з відведенням суміші зосереджено в кінці аеротенках.

Аеротенки-витиснювачі з регенерацією активного мулу застосовуються для очищення стічних вод з БСК до 300 мг/дм³. Аеротенки-змішувачі з регенерацією активного мулу застосовуються для очищення стічних вод з БСК до 1000 мг/дм³. На Бортницькій станції аерації БСК становить 250 мг/дм³. Більш доцільним буде використання саме аеротенків – витиснювачів для очищення.

У даній технологічній схемі були використані радіальні відстійники, тому що вони є кращі в експлуатації ніж горизонтальні - ефект освітлення більше 60 %, у горизонтальних – 40 – 60%, а у вериикальних близько 30-50%. Вертикальні будуються простіше, але необхідно, щоб була велика глибина, що не дає можливості встановити їх на даній місцевості. У радіального відстійника є ферма, яка збирає осад, який спливає на поверхню, у той час як для горизонтального необхідно встановлювати додаткове обладнання для збору осаду.

Щодо знезараження стічних вод було обрано озонування. Хлорування застосовують для видалення із стічних вод фенолів, ціанідів, сірководню та інших з'єднань, а також для боротьби з біологічними обростаннями споруд. Озонування застосовується для очищення стічних вод від фенолів, нафтопродуктів, сірководню, сполук миш'яку, ПАВ, ціанідів, барвників, канцерогенних ароматичних вуглеводнів, пестицидів та ін. Ультрафіолетове випромінювання застосовується для очищення від мікроорганізмів, в результаті якого пошкоджуються клітинні мембрани хвороботворних організмів.

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Хлорування є стандартним способом знезараження води, але станція очищає великий об'єм води, тому необхідно надавати надлишок хлору, який потім потрібно усувати дехлоратором. У порівнянні з озонуванням, це є економічно не вигідно та надлишок хлору не буде видалений з води повністю і він потрапить до річки, що створить серйозні гігієнічні та екологічні проблеми. При хлоруванні в стічній воді утворюються стійкі хлорорганічні сполуки в токсичній для біоти водного об'єкта і людини концентраціях, тому необхідне велике розбавлення при спуску в водний об'єкт. Важлива і висока вибухонебезпечність складів рідкого хлору.

Ультрафіолетове випромінювання є одним з сучасних способів знезараження води. Є ряд класів бактерій, які не можна зруйнувати такого роду випромінюванням. Якщо у воді знаходяться великі колонії стійких до УФ випромінювання бактерій, тоді слід використовувати його в парі з традиційними хімічними методами з очищення. Надто брудна вода з великим процентним вмістом органічних домішок не може бути ефективно очищена цього роду установками. Частинки ґрунту служать щитом для колоній бактерій, їх просто не дістають промені. Озонування в свою чергу має дію на весь потік води знищуючи хвороботворні бактерії. Це є більш вартісний спосіб ніж інші, але він є і якісним у технічному плані знезараження стічних вод.

Виходячи з технологічно-економічних характеристик споруд було обрано саме таку технологічну схему, при якій очищення стічних вод буде максимально якісним та відносно дешевшим ніж інші запропоновані схеми.

Виходячи з характеристик стічної води, яка надходить для очищення на Бортницьку станцію аерації, найбільш доцільним буде використання технологічної схеми очищення комунально-побутових та промислових стічних вод. Схему наведено на рис. 2.1.

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

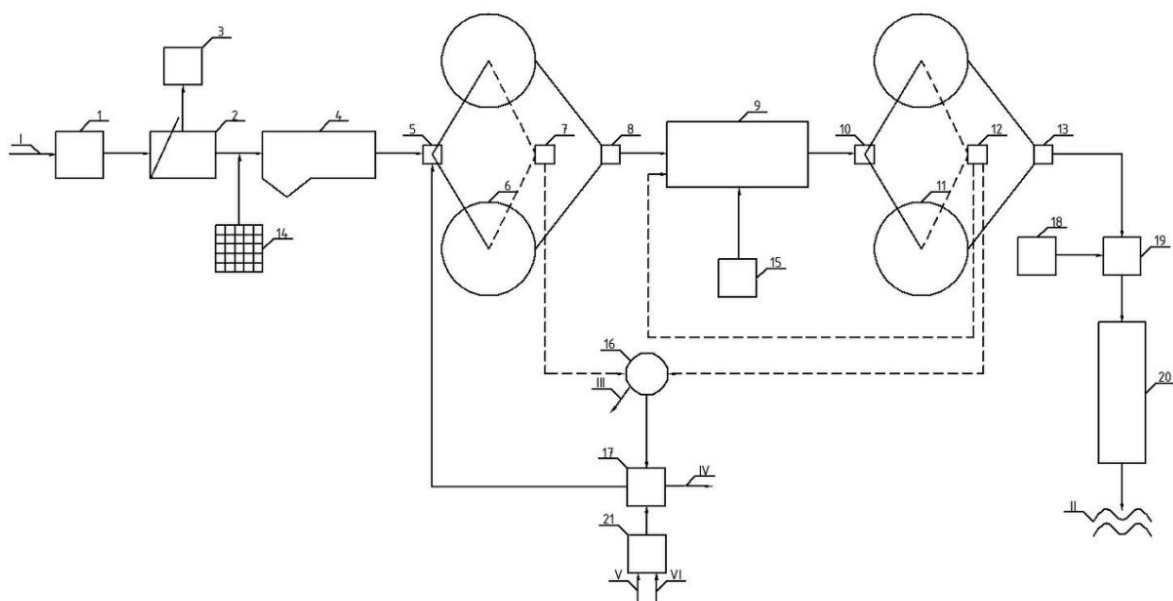


Рис. 2.1. – Технологічна схема очищення комунально-побутових та промислових стічних вод.

1 – приймальна камера; 2 – решітки; 3- контейнер для складування покидьків; 4 – піскоуловлювач; 5 – розподільна камера; 6 – первинні відстійники; 7 – приймальна камера осаду; 8 – приймальна камера освітленої води; 9 – аеротенк; 10 – розподільна камера водомулової суміші; 11 – вторинні відстійники; 12 – приймальна камера активного мулу; 13 – приймальна камера освітленої води; 14 – піскові майданчики; 15 –компресорна станція; 16 – метантенк; 17 – фільтр-прес; 18 – озонаторна установка; 19 – камера озонування; 20 – окислювальний канал; 21 – витратний бак флокулянту; I - подача стічної води до приймальної камери; II – водойма; III - відведення метану; IV – осад на утилізацію; V – подача флокулянту; VI – Подача води на розведення реагенту.

Стічні води надходять до приймальної камери 1. Далі потік проходить через решітки з механічними граблями для відділення покидьків, де вони складуються у контейнері 3 (сміття, яке було відділене вивозиться на сміттєспалювальний завод «Енергія»). Наступний етап, потік води надходить на піскоуловлювачі 4, а затриманий пісок збирається на піскових майданчиках 14. Після цього, потік

проходить через розподільну камеру 5 та подається на первинні відстійники 6, де з води видаляються завислі речовини. Осад надходить у приймальну камеру осаду 7 та далі направляється на метантенки 16, де він зброджується в анаеробних умовах з виділенням метану. Після проходження води через первинні відстійники 6 вода надходить до камери освітленої води 8, звідки потім потік води надходить до аеротенків-витиснювачів, де також подається активний мул. При проходженні мулової суміші в аеротенку повітря постійно барботується, подається воно з компресерної станції 15. Водомулова суміш проходить через розподільну камеру водомулової суміші 10, звідки потік надходить на вторинні відстійники 11 для зменшення концентрації завислих речовин. Далі частина активного мулу повертається на аеротенки 9, а частина надходить у метантенк 16. Осад з метантенків надходить на фільтр-прес 17 де відбувається ущільнення осаду. Для зневоднення осаду подається флокулянт через витратний бак флокулянту 21. Після вторинних відстійників 11 вода через приймальну камеру освітленої води 13 проходить знезараження через камеру озонування 19. Озон подається з озонаторної установки 18. Далі потік води надходить до окислювального каналу 20, де виконується самоочищення води і це дозволяє знизити залишкові концентрації завислих речовин та БСК у воді.

2.3. Розрахунок матеріального балансу

Табл. 2.2. – Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

Об'єм покидьків на 1 жителя на рік	8 дм ³
Добовий приріст БСК _{повн} на 1 жителя	40 г/добу
Густина покидьків	0,75 т/м ³
Об'єм затриманого піску на 1 жителя на добу	0,02 дм ³
Вологість піску	60%
Густина піску	1,5 т/м ³
Вміст піску в осаді	60%
Конц. змулених речовин на 1 жителя на добу	150 мг/дм ³

Кількість змулених речовин на 1 жителя на добу	65 г/добу
Густина осаду	1,05 т/м ³
Вологість осаду	94,5 %
Об'єм осаду, що повертається	20 %
Коеф. приросту активного мулу	0,4
Ефект зниження БСК	15 %
Вологість мулу після вторинних відстійників	99,2 %
Густина мулу після вторинних відстійників	1 т/м ³
Доза активного мулу	3 г/ дм ³
Зольність осаду	30 %
Зольність активного мулу	25 %
Гігроскопічна вологість	5 %
Границі розкладу мулу і осаду	$a_o = 53\%$, $a_m = 44\%$
Добове завантаження в метантенк	16 %
Середньомісячна температура в літку	18 °С
Розчинність O ₂ у воді	9,4 мг/дм ³
Середнє СО ₂ в аеротенку	2 мг/дм ³
Вологість осаду після фільтр-пресу	70%

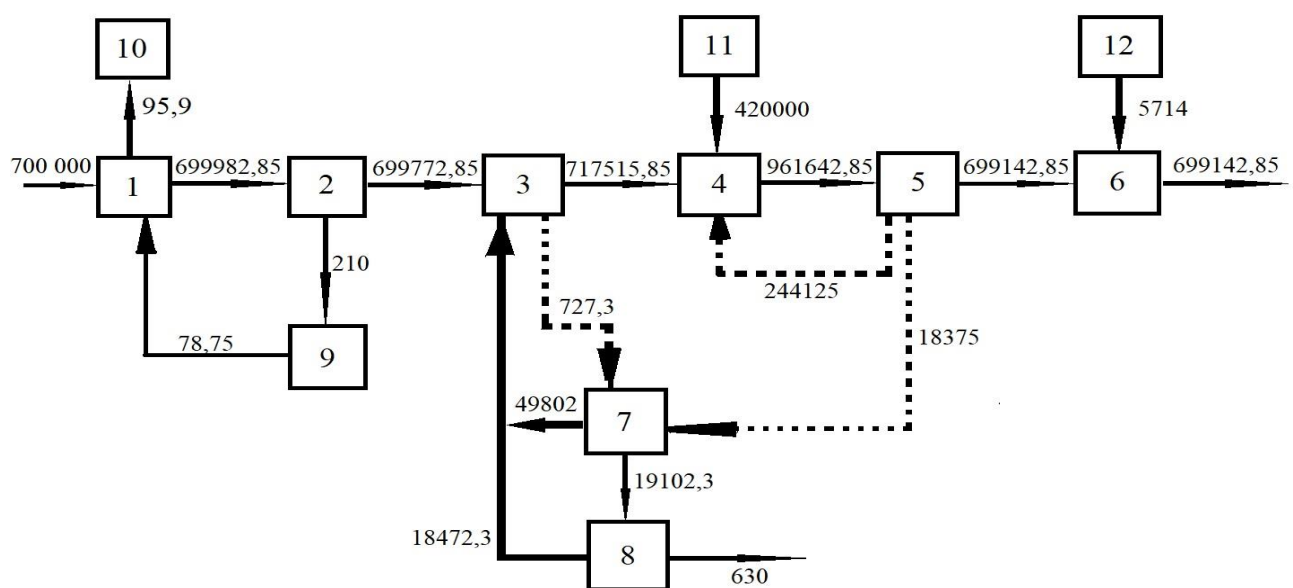


Рис. 2.2 – Блок-схема матеріального балансу

1 – решітки; 2 – піскоуловлювач; 3 – первинні відстійники; 4 – аеротенк; 5 – вторинні відстійники; 6 – камера озонування; 7 – метантенк; 8 – установка по зневодненню осаду; 9 – піскові майданчики; 10 – контейнер для складування покидьків; 11 – компресорна станція; 12 – озонаторна установка

Об'єм покидьків, затримуваних на решітках за добу:

$$W_{\text{пок}} = \frac{a_o \cdot N_{\text{пр}}}{1000 \cdot 365} \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.9)$$

a_o - об'єм покидьків який приходить на одного жителя на рік (8 дм³/жителя·рік);

$N_{\text{пр}}$ - приведенне число жителів

$$W_{\text{пок}} = \frac{8 \cdot 4375000}{1000 \cdot 365} = 95,9 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Приведена кількість жителів:

$$N_{\text{пр}} = \frac{Q \cdot \text{БСК}_{\text{нов}}}{a_r} \quad (2.10)$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{700000 \cdot 250}{40} = 4375000$$

Вага затриманих покидьків:

$$j = \rho_{\text{пок}} \cdot W_{\text{пок}} \text{ т/добу} \quad (2.11)$$

ρ - густина покидіків (~ 0,75 т/м³)

$$j = 0,75 \cdot 95,9 = 71,9 \text{ т/добу}$$

Об'єм затриманого піску:

$$W_{\text{піску}} = \frac{N_{\text{пр}} \cdot 0,02}{1000} \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.12)$$

$$W_{\text{піску}} = \frac{4375000 \cdot 0,02}{1000} = 87,5 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Вага затриманого піску:

$$q_{\text{піску}} = W_{\text{піску}} \cdot 1,5 = 87,5 \cdot 1,5 = 131,25 \text{ т/добу} \quad (2.13)$$

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість води, що збирається з піском:

$$q_{13-1} = q_{води} = q_{піску} \cdot 0,6 = 131,25 \cdot 0,6 = 78,75 \text{ т/добу} \quad (2.14)$$

$$q_{2-13} = W_{піску+води} = 131,25 + 78,75 = 210 \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.15)$$

Кількість осаду за сухою речовиною в первинних відстійниках:

$$V_{oc} = \frac{Q(C_1 - C_2)}{(100 - P) \rho \cdot 10^4} \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.16)$$

$$V_{oc} = \frac{700000 \cdot (210 - 150)}{(100 - 94,5) \cdot 1,05 \cdot 10^4} = 727,3 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Маса сухої речовини:

$$Q_{oc} = \frac{Q(C_1 - C_2)}{10^6} \text{ т/добу} \quad (2.17)$$

$$Q_{oc} = \frac{700000 \cdot (210 - 150)}{10^6} = 42 \text{ т/добу}$$

Об'єм осаду, що відводиться з вторинних відстійників:

$$M_{сх} = \frac{(0,8 \cdot C(1 - E) + \alpha L_a - b) Q}{10^6} \text{ т/добу} \quad (2.18)$$

$$M_{сх} = \frac{(0,8 \cdot 210 \cdot (1 - 0,286) + 0,4 \cdot 250 - 10) \cdot 700000}{10^6} = 147 \text{ т/добу}$$

Об'єм надлишкового активного мулу у вторинних відстійниках:

$$V_{мул} = \frac{100 M_{сх}}{(100 - \rho) \rho_{мул}} \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.19)$$

$$V_{мул} = \frac{100 \cdot 147}{(100 - 99,2) \cdot 1} = 18375 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Кількість мулу що виноситься з аеротенку:

$$Q_{акт. мул} = \frac{700000 \cdot 3}{1000} = 2100 \text{ т/добу} \quad (2.20)$$

Кількість мулу, що повертається на аеротенк:

$$Q_{поверт.} = Q_{акт. мул} - M_{сх} = 2100 - 147 = 1953 \text{ т/добу} \quad (2.21)$$

Кількість мулу, що подається на аеротенк:

$$W_{акт. мул} = \frac{1953 \cdot 100}{100 - 99,2} = 244125 \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.22)$$

Кількість мулу, що подається на метантенк:

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_{8-7} = V_T = \frac{147 \cdot 100}{100 - 97,3} = 5444,4 \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.23)$$

Вода, що повертається у первинний відстійник:

$$q_{8-3} = Q_{\text{мул}} = 18375 - 5444,4 = 12930,6 \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.24)$$

Загальний об'єм осаду, що надходить на метантенк:

$$V_{oc}^3 = V_{oc} + V_m = 727,3 + 5444,4 = 6171,7 \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.25)$$

За сухою речовиною загальна кількість осаду:

$$M_{сх}^3 = Q_{сх} + M_{сх} = 42 + 147 = 189 \text{ т/добу} \quad (2.26)$$

Кількість беззольної речовини осаду та активного мулу:

$$Q_{без} = \frac{Q_{сх} (100 - B_r) (100 - 3_{oc})}{100 \cdot 100}, \text{ т/добу} \quad (2.27)$$

$$M_{без} = \frac{M_{сх} (100 - B_r') (100 - 3_{мул})}{100 \cdot 100}, \text{ т/добу} \quad (2.28)$$

де B_r, B_r' - гідроскопічна вологість відповідно сирого осаду та активного мулу, %;

$3_o, 3_m$ - зольність сухої речовини осаду та мулу, %.

$$Q_{без} = \frac{42 \cdot (100 - 5) (100 - 25)}{100 \cdot 100} = 29,9, \text{ т/добу} \quad (2.29)$$

$$M_{без} = \frac{147 \cdot (100 - 5) (100 - 25)}{100 \cdot 100} = 104,7, \text{ т/добу} \quad (2.30)$$

$$M_{без}^3 = Q_{без} + M_{без} = 29,9 + 104,7 = 134,6, \text{ т/добу} \quad (2.31)$$

Середня вологість мулу:

$$B_{сум} = 100 \left(1 - \frac{M_{сум}^3}{V^3} \right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{146,7}{6171,7} \right) = 97,6 \% \quad (2.32)$$

Середня зольність мулу:

$$3_{сум} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{без}^3}{\frac{Q_{сум} (100 - B_r)}{100} + \frac{M_{сх} (100 - B_r')}{100}} \right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{134,6}{\frac{42 \cdot (100 - 5)}{100} + \frac{189 \cdot (100 - 5)}{100}} \right) = 38,7 \quad (2.33)$$

Границя розкладу суміші:

$$a_{сум} = \frac{a_o Q_{без} + a_m M_{без}}{M_{без}^3} = \frac{53 \cdot 29,9 + 44 \cdot 104,7}{134,6} = 46 \% \quad (2.34)$$

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихід газу на 1 кг беззольної речовини:

$$y' = \frac{(a_{\text{сум}} - H \cdot D)}{100} = \frac{46 - 0,56 \cdot 16}{100} = 0,37 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (2.35)$$

Сумарний вихід газу:

$$\Gamma = y' \cdot M_{\text{без}}^3 \cdot 1000 = 0,37 \cdot 134,6 \cdot 1000 = 49802, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.36)$$

Маса беззольної речовини у збродженій суміші:

$$M_{\text{без}}^3 = \frac{134,6 \cdot (100 - 46)}{100} = 72,7, \text{ т/добу} \quad (2.37)$$

Зольна частина осаду:

$$M = M_{\text{сух}}^3 - M_{\text{без}}^3 = 189 - 72,7 = 116,3, \text{ т/добу} \quad (2.38)$$

Маса сухої речовини у збродженій суміші:

$$M_{\text{сух}}^{\text{збр}} = M + M_{\text{без}}^3 = 116,3 + 72,7 = 189, \text{ т/добу} \quad (2.39)$$

Кількість води у осаді після фільтр-пресу:

189 т – 30%

$$\text{Вологість, – 70\%} \quad Q_{\text{води}} = \frac{189 \cdot 70}{30} = 441 \text{ т/добу} \quad (2.40)$$

Маса осаду, що йде на захоронення:

$$M_{\text{ос}} = 189 + 441 = 630 \text{ т/добу} \quad (2.41)$$

Кількість води, що повертається у первинний відстійник:

$$Q_{\text{H}_2\text{O}} = (727,3 + 18375) - 630 = 184723, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.42)$$

Питома витрата повітря, $\text{м}^3/\text{м}^3$ очищеної води за пневматичної аерації аеротенка:

$$q_{\text{нов}} = \frac{q_o (L_a - L \cdot t)}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot (C_1 - C_0)} = \frac{1,1 \cdot (250 - 72,2)}{2 \cdot 2,08 \cdot 0,85 \cdot 0,51 \cdot (9,93 - 2,37)} = 0,6 \quad (2.43)$$

Z – питома витрата повітря (м^3) на окислення одного 1мг БСК;

K_1 – коефіцієнт який враховує тип аератора;

K_2 – коефіцієнт який враховує вплив глибини, на якій розміщено аератор;

K_3 – коефіцієнт який враховує вплив органічних речовин або вплив якості стічної води на процес окислення;

K_4 – коефіцієнт який враховує вплив температури на процес очищення води;

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_T = K_4 = \frac{1 + 0,02}{(T_n - 20)} = \frac{1,02}{22 - 20} = 0,51 \quad (2.44)$$

Розчинність кисню повітря у воді:

$$C_a = (1 + \frac{h_a}{20,6})C_T = (1 + \frac{3}{20,6}) \cdot 8,67 = 9,93, \text{ мг/дм}^3 \quad (2.45)$$

Кількість повітря, що подається на аеротенк:

$$Q_{нов} = 0,6 \cdot 700000 = 420000, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.46)$$

Кількість озону, що подається на озонування води:

$$m_{O_3} = 12 \cdot 700000 = 7000000 \approx 700 \text{ кг}$$

$$m_{O_3нов.сум} = \frac{700}{0,1} = 7000 \text{ кг}$$

$$q_{нов.оз.сум} = \frac{7000}{1,225} = 5714 \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.47)$$

Табл. 2.3 - Матеріальний баланс

Назва потоку	м ³ /добу, т/добу
Об'єм покидьків, що затримуються на решітках	95,9
Об'єм затриманого піску	210
Об'єм води, що повертається на піскоуловлювачі з піскових майданчиків	78,74
Об'єм осаду, що відводиться з первинних відстійників	727,3
Витрата повітря на аерацію	420000
Об'єм водомулової суміші, що подається на аеротенк	699772,85
Об'єм водомулової суміші з вторинних відстійників	244125
Об'єм активного мулу, що йде на метантенк	18375
Кількість газу, що відводиться з метантенку	49802
Об'єм вологого осаду, що подається на фільтр-прес	19102,3
Об'єм осаду, на захоронення після фільтр-пресу	630
Об'єм води, що повертається в первинні відстійники з фільтр-пресу	18472,3
Об'єм озоно-повітряної суміші, що подається в камеру озонування для знезараження води	5714

2.4. Теоретичні дані про фізичні та хімічні процеси, які реалізуються в даній технологічній схемі водоочищення

Стічними водами вважається вода, яка була використана у побуті, на підприємстві, а також вода яка потрапляє у каналізаційну мережу в ході стихійних явищ, таких як дощ і танення снігу. У стічних водах міститься велика кількість бруду, сторонніх фракцій та мікроорганізмів, в особливості хвороботворні бактерії (кишкова паличка, червоний тиф, захворювання шлуноково-кишкового тракту та інші). Це означає, що без очищення вода є не придатною для використання. Тому використовуються основні способи очищення на Бортницькій станції аерації, такі як механічне та біологічне очищення.

При механічному очищенні використовуються такі процеси: затримання покидьків на решітках, вловлення важких мінеральних фракцій (піску) на піскоуловлювачах, відстоювання у первинних відстійниках. При біологічному очищенні використовуються аеротенки-витиснювачі та вторинні відстійники для зменшення концентрації завислих речовин.

2.4.1. Очищення від крупних фракцій

Спочатку потік води надходить на гребельне відділення, де потік проходить через решітки, покидьки затримуються на решітках і потім складаються у спеціальний контейнер, після чого їх спалюють на сміттєспалювальному заводі «Енергія» в м. Київ. Використовуються решітки з шириною прозорів не більше 16 мм, при цьому швидкість потоку не повинна перевищувати 1 м/с.

Процес видалення від важких мінеральних фракцій (піску) виконується піскоуловлювачах. Необхідність виділення мінеральних домішок обумовлена тим, що роздільне виділення з стічних вод рідких мінеральних і органічних забруднювачів полегшує умови експлуатації споруд, призначених для подальшої обробки води.

Принцип дії піскоуловлювача полягає у тому, що під впливом дії сили тяжіння, частинки в яких питома вага більша, ніж питома вага води падають на

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

землю в резервуарі. Виходячи з швидкості руху потоку води розраховуються піскоуловки таким чином, що осідають тільки найважчі мінеральні домішки.

Піскоуловлювачі існують горизонтальні з прямоточним та круговим рухом води. Також є і вертикальні, де вода рухається вертикально вгору. Ще одним з видів піскоуловлювачів виділяють з поступально-обертвовим (гвинтовим) рухом води. Найчастіше використовуються саме горизонтальні піскоуловлювачі.

Горизонтальний піскоуловлювач складається з частини, де рухається потік води – робоча частина, а також з осадової частини, яка призначена для збору випавшого піску. При розрахунку піскоуловки визначають розмір (довжину, ширину і висоту) як робочої, так і осадової частини. Якщо піскоуловлювачі працюють добре, у них можна зібрати 60-70% мінеральних забруднень, що містяться у воді.

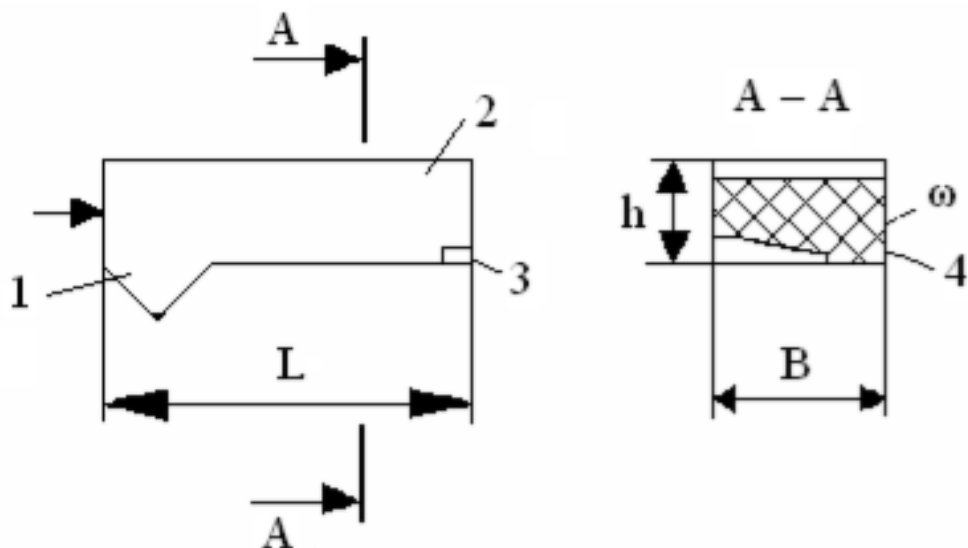


Рис. 2.3 – Горизонтальний піскоуловлювач і прямоточним рухом води.

1 – пісковий приямок; 2 – канал; 3 – поріг водозливу; 4 – пісковий лоток;
L – довжина піскоуловлювача; B – ширина каналу; ω – переріз каналу піскоуловлювача.

Якщо швидкість руху води у піскоуловлювачі буде зменшуватись, то органічні речовини, які містяться в стічній воді будуть осідати, тому необхідно, щоб було встановлено автоматичне регулювання швидкості. Щоб швидкість

залишаласть та ж сама з меншою витратою води потрібно встановити підпір (пропорційний водозлив, водозлив з широким порогом, лоток Паршаля та ін.).

Слід враховувати і той факт, що в стоках побутових вод органічні забруднення зазвичай злипаються з піском і аналогічними мінеральними частинками, так що і в осад випадають разом з ними. В результаті потрібні заходи по відмиванню частинок піску від налиплого на них органічних забруднень.

Нормальний робочий ритм очищення стічних вод в піскоуловлювачах може бути забезпечений лише за умови своєчасного видалення випавшого осаду. Розрахунковим порогом, при якому стає необхідним механізоване видалення осаджуємого піску, вважається обсяг в діапазоні більше 0,1 м³ на добу.

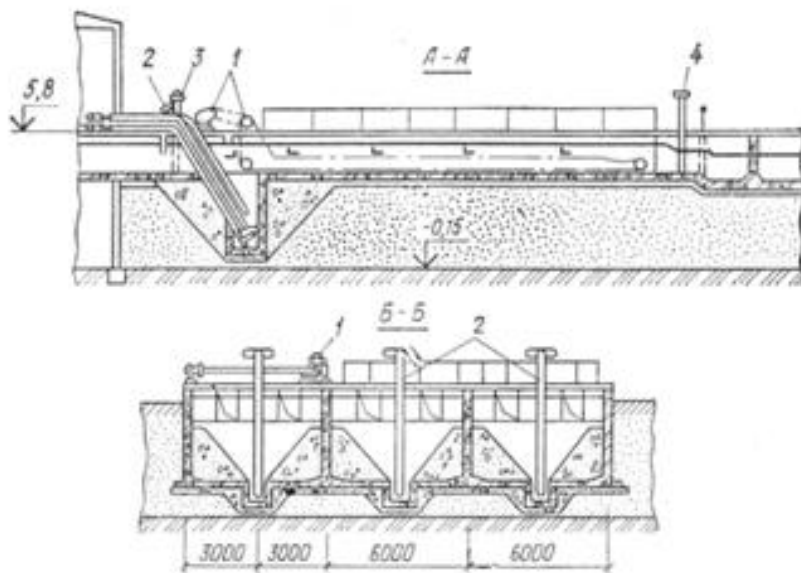


Рис. 2.4 - Горизонтальний піскоуловлювач з прямолінійним рухом води
1 - скребковий механізм для видалення піску; 2 - гідроелеватор; 3 - щитової затвор з електроприводом; 4 - щитової затвор з ручним приводом; 5, 6 - засувка з електроприводом;

При надходженні в піскоуловлювач міських стічних вод, у складі яких знаходяться переважно побутові води, кількість затриманого в піскоуловлювачі піску на одну людину становить 0,02 л / добу при вологості осаду 60% і об'ємній масі його 1,5 т/м³.

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Піскоуловлювачі з круговим рухом води є різновидом горизонтальних пісковловлювачів. Стічна вода підводиться до них і відводиться з них по лотках.

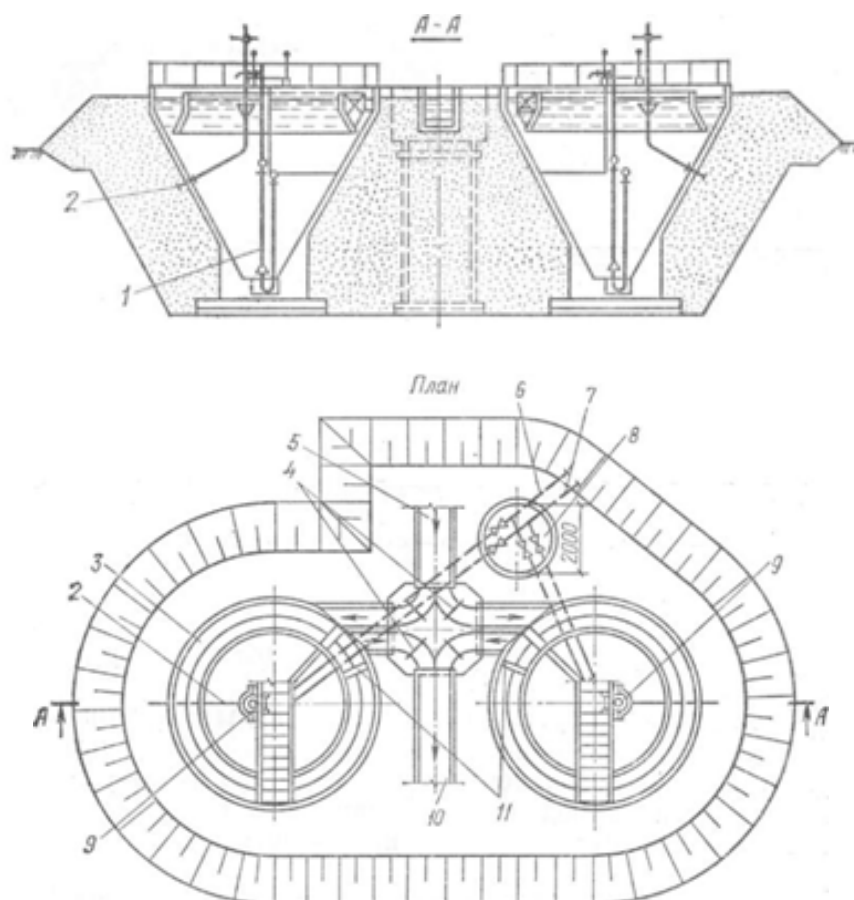


Рис. 2.5 - Піскоуловлювач з круговим рухом води

1 - гідроелеватор; 2 - трубопровід для відведення спливаючих домішок; 3 - жолоб; 4 - поверхневі затвори з ручним приводом; 5 - підвідний лоток; 6 - пульпопровід; 7 - трубопровід для робочої рідини; 8- камера перемикання; 9 - пристрої для збору спливаючих домішок; 10 - відвідний лоток; 11 - напівзаглибні щити

Тангенціальні пісколовки влаштовують круглої форми, з малою глибиною проточної частини і підведенням води, де рух виконується по дотичній. Утворюється обертальний рух, сприяє відмиванню піску від органічних речовин, виключаючи їх випадання в осад. Діаметр піскоуловлювачів становить не більше 6 м. Проточна частина піскоуловлювача має невелику глибину. При швидкості руху

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ

Арк.

30

води в головному лотку 0,6 - 0,8 м / с в песколовке затримується приблизно 90% піску.

Пісок, що осів видаляють шнеком, гідроелеватором або змивають водою, яка подається через трубопровід, розташований в пісковому лотку. Глибину пісколовки приймають рівною половині діаметру.

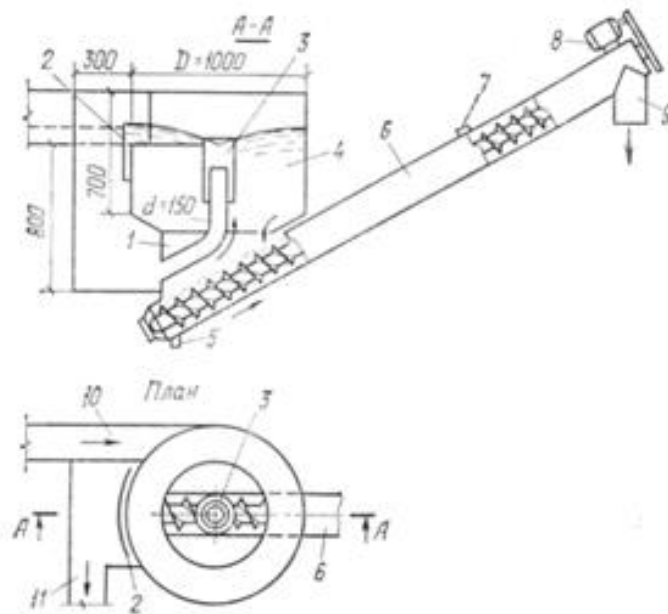


Рис. 2.6 - Тангенціальний піскоуловлювач з вихровою водяною лійкою

1 - осадова частина; 2 - рухомий бічний водозлив; 3 - телескопічна труба; 4 - робоча частина; 5 - заглушка; 6 - шнек; 7 - отвір для скидання відмитих органічних речовин; 8 - електродвигун з редуктором; 9 - штуцер для відводу піску; 10 і 11 - подаючий і відвідний лотки

Аеровані піскоуловлювачі використовують в тих випадках, коли потрібно найбільш повне розділення домішок по крупності. Повітря сприяє обертанню води в піскоуловлювачі і тим самим збільшується ефект осадження. Вони частіше проектується у вигляді горизонтальних резервуарів. Бувають також аеровані піскоуловлювачі з круговим рухом води. У горизонтальних аерованих піскоуловлювачах вздовж однієї зі стінок на відстані 45 - 60 мм від дна по всій довжині влаштовують аератори у вигляді перфорованих труб з отворами 3 - 5 мм. За рахунок аерації потоку в піскоуловлювачі створюється обертальний рух, а в випадіючому піску майже не містяться органічні забруднення.

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

2.4.2. Відстоювання

Відстоювання наразі є одним з та найдешевших та найменш енерговитратним із способів очищення води. Під дією гравітаційних сил домішки або осідають, або вспливають на поверхню води. У даній технологічній схемі використовуються радіальні відстійники.

За призначенням відстійники бувають:

- первинні (що влаштовуються перед спорудами біологічної або фізико-хімічної очистки);
- вторинні (що влаштовуються після споруд для біологічного очищення для відділення очищеної води від активного мулу).

За характером руху води відстійники в свою чергу поділяють на три види:

- горизонтальні;
- вертикальні;
- радіальні.

У даній технологічній схемі використовуються радіальні відстійники.

Первинні відстійники застосовують для виділення із стічних вод нерозчинних речовин, які під дією гравітаційних сил осідають на дно відстійника або спливають на його поверхню. Досягнутий ефект освітлення по зважених речовинах становить 40 - 60% при тривалості відстоювання 1 - 1,5 год. Процес також супроводжується одночасним зниженням величини БСК в освітленої стічній воді на 20 - 40% від початкового значення. Вибір типу і конструкції відстійників залежить від кількості і складу виробничих стічних вод, що надходять на очистку, характеристик осаду, що утворюється і від місцевих умов будівельного майданчика очисних споруд.

Вторинні відстійники служать для відділення активного мулу від очищеної стічної води. Активний мул з вторинних відстійників після аеротенків слід видаляти безперервно під гідростатичним тиском. Таким чином, поділ мулової суміші і освітлення очищеної води у вторинних відстійниках відбувається в умовах турбулентного руху. Для забезпечення мінімального виносу забруднень з вторинних відстійників дуже важливе значення має ретельне згрібання і постійне видалення активного мулу, який випадає в осад. Якщо активний мул довго лежить

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на дні відстійника, особливо при досить глибокій розвиненості процесу нітрифікації в аеротенках, можлива і практично неминуча його денітрифікація, яка призведе до спливання грудок мулу і його виносу з потоком освітленої води.

Радіальні відстійники використовуються для очищення побутових і близьких до них за складом виробничих стічних вод. Він являє собою круглий в плані залізобетонний резервуар великого діаметра і відносно невелику глибину проточної частини. Відомі радіальні відстійники трьох конструктивних модифікацій:

- з центральним впуском ;
- з периферійним впуском;
- з обертовими збірно-розподільними пристроями.

Найбільшого поширення набули відстійники з центральним впуском рідини.

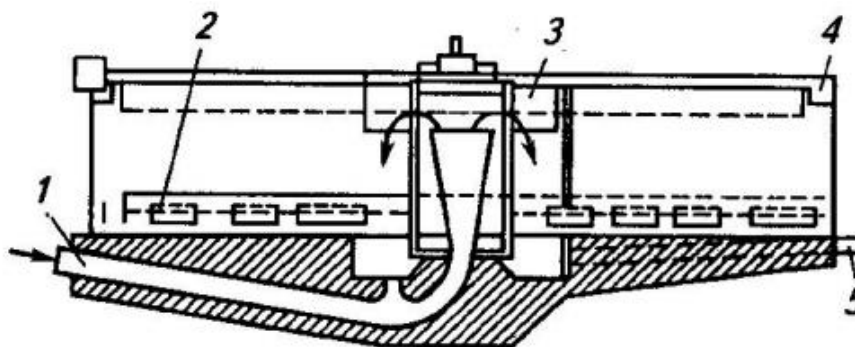


Рис. 2.7 – Схема радіального відстійника

1 – труба для подачі води; 2 – скребки; 3 – розподільна чаша; 4 – водозлив;
5 - відведення осаду

Стічна вода подається по центральній трубі, розташованій під днищем відстійника. Труба має невелике розширення для погашення швидкості руху рідини. Далі потік розподіляється по всьому об'єму відстійника за допомогою розподільної чаші. Потім вода рухається в радіальному напрямку з порядку спадання швидкістю від центру до периферії. При цьому відбувається випадання осаду, який згрібається до центру шкребками, підвішеними до ферми. З напрямку осад видаляється насосом або під дією гідростатичного тиску. Освітлена вода

відводиться по кільцевому збірному жолобу. Тривалість відстоювання становить 1,5 год. Радіальний відстійник забезпечує найвищий ефект освітлення (60% і більше).

Радіальні відстійники в порівнянні з горизонтальними мають деякі переваги: простота і надійність експлуатації, економічність, можливість будівництва споруд великої продуктивності. Недолік - наявність рухомої ферми зі скребками.

2.4.3. Біологічне очищення

Лише механічного очищення стічних вод недостатньо. Необхідно використовувати і біологічне очищення, так як у воді залишаються органічні речовини. За допомогою аеробних мікроорганізмів, для яких органічні речовини стічних вод є джерелом харчування і виконується біологічне очищення. При наявності вільного кисню в стічних водах мікроорганізми окислюють органічні речовини.

Основною метою біологічної очистки стічних вод є розкладання і мінералізація органічних речовин, що знаходяться в колоїдному і розчиненому стані. Розпад і мінералізація органічних речовин при біологічному очищенні стічних вод відбувається так само, як і в природних умовах. У процесі очищення стічних вод беруть участь дві групи бактерій: гетеротрофи та автотрофи.

До першої групи біологічного очищення водоочисних споруд відносять біофільтри, до другої — аеротенки, циркуляційні канали, окситенки; до третьої — занурені біофільтри, аеротенки із наповнювачами. На Бортницькій станції аерації використовуються аеротенки – витиснювачі із регенерацією активного мулу.

Аеротенк – спорудження куди надходить потік води для очищення, вільно плаваючий активний мул та повітря з компресерної станції для забезпечення мікроорганізмів киснем, а також для підтримки мулу в підвішеному стані. Аеротенки складаються з декількох секцій (коридорів), розділених перегородками. В аеротенках відбувається утворення активного мулу - сукупності мікроорганізмів і твердих частинок. Активний мул включає в себе бактерії, найпростіші, гриби, водорості, здатні сорбувати на своїй поверхні органічні забруднення і окисляти їх в

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

присутності кисню. Для забезпечення мікроорганізмів киснем, а також для підтримки мулу в підвішеному стані застосовують безперервну штучну аерацію суміші стічних вод і активного мулу. Таким чином, активна біомаса знаходиться в аеротенках в підвішеному стані.

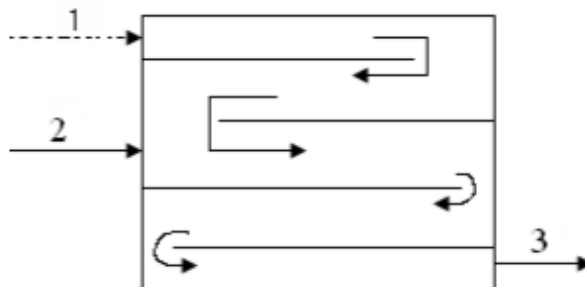


Рис. 2.8 - Аеротенк-витиснювач з регенерацією активного мулу:

1 – подача активного мулу; 2 – подача стічної води; 3 – відведення суміші активного мулу з водою.

Після аеротенку вода надходить на вторинні відстійники де відбувається зниження концентрації завислих речовин.

2.4.4. Стабілізація осаду

Стабілізація осаду на Бортницькій станції аерації проводиться анаеробним способом у закритому метантенку. Метантенк конструктивно являє собою залізобетонний або сталевий вертикальний резервуар циліндричної форми, діаметром від 10 до 24 м, з герметичним перекриттям і конічним днищем.

У метантенках зазвичай зброджують сирий осад з первинних відстійників. Для прискорення процесу бродіння застосовується підігрів мулу при мезофільному та термофільному температурних режимах.

Для збору газу на горловині метантенка встановлюють газові ковпаки, від яких прокладається спеціальна газова мережа із сталевих труб з посиленою протикорозійною ізоляцією.

2.4.5. Знезараження

На Бортницькій станції аерації не встановлено знезаражувача, хоча він повинен бути для знезараження води перед подачею її до річки. Тому під час

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проектування технологічної схеми було додано знезаражувач, а саме процес озонування.

Озонування стічних вод є досить ефективним методом не тільки для знезараження, а й для очищення води від забруднень різного характеру. На повітрі при певних його концентраціях він розкладається з виділенням великої кількості тепла і утворенням двухатомної кисневої молекули. Завдяки своїй нестійкості і одинарного зв'язку з одним з атомів, озон є одним з найсильніших окислювачів, взаємодіє майже з усіма металами і багатьма неметалами. Причому продуктом реакції окислення озоном є кисень, що веде додатково до насичення їм очищеної стічної води.

При очищенні стічної води озон використовується для знезараження та видалення хвороботворних організмів. Для виробництва озону використовуються озонатори, а сировиною для них служить повітря або технічний кисень, причому ці установки встановлюються на самих очисних спорудах. При озонуванні стічної води не відбувається зміни її сольового складу, продукти реакції озонового окислення не забруднюють додатково водне середовище, крім того, цей процес добре автоматизується.

На першому етапі процесу озонування молекули озону взаємодіють з водою на межі поділу між газоподібної і рідкої фазою, яка утворена бульбашками газу. Це веде до того, що одна частина молекул озону розчиняється в воді, а інша збирається на зовнішній поверхні газових бульбашок. Наступним етапом є взаємодія озону з забруднюючими речовинами стічних вод.

Недоліками озонування є те, що це є дорогий спосіб знезараження води та сам озон є ядовитим та вибухонебезпечним газом, тому необхідно при виконанні того чи іншого процесу з ним слідувати правилам техніки безпеки.

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД

3.1. Проектування приймальної камер

Об'єм камери:

$$W = Q \cdot t = 7000000 \div 24 \cdot 1 = 29167 \text{ м}^3 \quad (3.1.)$$

Q – витрата води, м³/добу;

t – час перебування води в камері;

Число камер: $N = 10$

Висота камери: $h = 20$ м

Площа приймальної камери:

$$F = \frac{W}{h} = \frac{29167}{20} = 1458 \text{ м}^2; \quad (3.2)$$

Ширина і довжина приймальної камери (квадратна у плані):

$$B = \sqrt{F} = \sqrt{1458} = 38,2 \text{ м}; \quad (3.3)$$

3.2. Проектування решіток

Число прозорів у решітці:

$$n = \frac{q}{b \cdot h \cdot V} \quad (3.4)$$

де h – рівень води в решітці, м;

q – витрата води, м³/с;

V – швидкість руху води в прозорах решітки (~ 1 м/с);

b – ширина прозору ($\sim 0,016 \div 0,019$ м).

$$n = \frac{8,1}{0,016 \cdot 2 \cdot 1} = 253,1$$

Загальна ширина решітки:

$$B = b_n + s(n - 1) \quad (3.5)$$

де s – товщина прута решітки.

$$B = 0,016 \cdot 254 + 0,01 \cdot (254 - 1) = 6,6$$

Число решіток:

$$N = 4, \text{ тоді ширина однієї решітки } B_1 = \frac{B}{N} = \frac{6,6}{4} = 1,6 \quad (3.6)$$

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гідравлічний опір решітки:

$$h_0 = P\lambda \frac{V^2}{2g} \text{ м} \quad (3.7)$$

де P – коефіцієнт який враховує підвищення гідравлічного опору за рахунок механічних пристроїв для зняття забруднень і самих забруднень, (приблизно рівний 3).

V – швидкість руху води, м/с;

g - прискорення вільного падіння;

λ - коефіцієнт гідравлічного опору який залежить від форми стержнів, кута нахилу решітки

$$h_0 = 3 \cdot 1,111 \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,17$$

Коефіцієнт гідравлічного опору:

$$\lambda = \beta \left(\frac{s}{b} \right)^{\frac{4}{3}} \sin \alpha \quad (3.8)$$

де β - коефіцієнт який залежить від форми стержня: для квадратних стержнів – 2,42; для круглих стержнів – 1,72;

α - кут нахилу стержнів, 60 – 70°.

$$\lambda = 2,42 \cdot \left(\frac{0,01}{0,016} \right)^{\frac{4}{3}} \sin 60 = 2,42 \cdot 0,53 = 1,1$$

Табл. 3. 1 – Технічна характеристика решітки (дугової решітки)

Розмір/тип решітки	РДГ – 4
Ширина каналу, м	0,8 – 3
Ширина решітки, м	(А – 0,25)
Глибина каналу, м	1,8 – 2,1
Ширина форми, м	(А – 0,25)
Довжина решітки в каналі, м	2,15
Висота форми, м	1,32
Довжина форми, м	2,88

3.3. Проектування піскоуловлювачів

Вибираємо горизонтальні, прямоточні звичайні піскоуловлювачі.

Площа поперечного перерізу каналу:

$$\omega = \frac{q_{\max}}{nV}, \text{ м}^2 \quad (3.9)$$

де n – число секцій піскоуловлювача;

V - швидкість руху води ($V = 0,15 - 0,3$ м/с);

q_{\max} - максимальна витрата води м³/с.

$$\omega = \frac{8,1}{6 \cdot 0,15} = 9, \text{ м}^2$$

Площа дзеркала води в одній секції:

$$F_1 = \frac{q_{\max} \cdot 10^3}{nU_0}, \text{ м}^2 \quad (3.10)$$

U_0 - гідравлічна крупність осаду (18 – 24 мм/с).

$$F_1 = \frac{9 \cdot 10^3}{6 \cdot 24} = 62,5, \text{ м}^2$$

Довжина піскоуловлювача:

$$L = Kh \frac{V \cdot 10^3}{U_0}, \text{ м} \quad (3.11)$$

де K – коефіцієнт який враховує зниження ефективності роботи споруди за рахунок вертикальної турбулентної складової руху води;

h – рівень води в каналі піскоуловлювача, м

$$L = 1 \cdot 3 \cdot \frac{0,15 \cdot 10^3}{24} = 18,75$$

$$K = \frac{U_0}{\sqrt{U_0^2 - \omega'^2}} = \frac{U_0}{\sqrt{U_0^2 - (0,05V)^2}} \quad (3.12)$$

$$K = \frac{24}{\sqrt{24^2 - 5,26 \cdot 10^{-5}}} = 1$$

$$t = \frac{LBhn}{q_{\max}} \text{ с} \quad (3.13)$$

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t = \frac{18,75 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 6}{8,1} = 125 \text{ с } (\sim 2 \times 5 \text{ с})$$

Ширина секції:

$$B = \frac{\omega}{h} = \frac{9}{3} = 3 \text{ м} \quad (3.14)$$

Глибина піскоуловлювача:

$$W = \frac{1}{3} h F \quad (3.15)$$

$$h = \frac{3W}{F} = \frac{3 \cdot 29}{28} = 3,1 \text{ м} \quad (3.16)$$

Об'єм пісового прямоку:

$$W = \frac{a_s N_{np}^c \cdot t'}{1000 \cdot n}, \text{ м}^3 \quad (3.17)$$

a_s - об'єм піску який приходить на одного жителя на добу (0,02дм³/д)

t' - час накопичення піску

$$W = \frac{0,02 \cdot 4375000 \cdot 2}{1000 \cdot 6} = 29, \text{ м}^3$$

Висота порогу водозливу:

$$P = \frac{h_{\max} - K_q^{2/3} \cdot h_{\min}}{K_q^{2/3} - 1}, \text{ м} \quad (3.18)$$

h_{\min} - рівень води при мінімальній витраті води, м;

h_{\max} - рівень води при максимальній витраті води, м;

K_q - коефіцієнт коливання витрати води, м.

$$P = \frac{3 - 1,1^{2/3} \cdot 2,8}{1,1^{2/3} - 1} = \frac{0,0152}{1,066 - 1} = 0,23 \approx 0,25 \quad (3.19)$$

Коефіцієнт коливання витрати води:

$$K_q = \frac{q_{\max}}{q_{\min}} = \frac{700000}{650000} = 1,1 \quad (3.20)$$

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширина порогу водозливу:

$$b = \frac{q_{\max}}{m\sqrt{2g}(h_{\max} + P)^{3/2}}, \text{ м} \quad (3.21)$$

m - коефіцієнт витрати водозливу який по СНіПу рекомендується прийняти 0,35 – 0,38.

$$b = \frac{8,1}{0,35\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot (3 + 0,25)^{3/2}}} = 0,9 \text{ м}$$

3.4. Проектування піскових майданчиків

Корисна площа майданчику:

$$F = \frac{pN_{np} \cdot 365}{1000 \cdot h} \text{ м}^2 \quad (3.22)$$

p – кількість піску, що затримується в піскоуловлювачах при вологості піску 60% та густині 1,5 т/м³

h – навантаження на піскові майданчики

N_{np} – приведена кількість жителів

$$F = \frac{0,02 \cdot 4375000 \cdot 365}{1000 \cdot 3} = 10646 \text{ м}^2$$

3.5. Проектування первинних відстійників

Вибираємо радіальні відстійники.

Діаметр радіального відстійника:

$$D = \sqrt{\frac{4q_{\max}}{3,6nk(U_0 - \omega)\pi}}, \text{ м} \quad (3.23)$$

q_{\max} – максимальна витрата води, м³/год;

n – число радіальних відстійників;

k - коефіцієнт, який враховує повноту використання об'єму відстійника, (~0,45);

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

U_0 – гідравлічна крупніють осаду, яка може змінюватись в межах 0,08-0,6 мм/с;

ω – коефіцієнт, який враховує вплив вертикальної турбулентної складової руху води на процес відстоювання; ($\omega = (0,03-0,05)V_c$);

V_c – швидкість руху води на середині радіусу (5-10 мм/с).

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 17500}{3,6 \cdot 12 \cdot 0,45 \cdot (0,6 - 0,0002) \cdot 3,14}} = 40 \text{ м}$$

Швидкість руху води на середині каналу:

$$V_c = \frac{D}{2t} \text{ м/с} \quad (3.24)$$

t – час перебування води у відстійнику, с

$$V_c = \frac{40}{2 \cdot 3600} = 0,006 \text{ м/с}$$

$$m = \frac{40}{6} = 6,7 \quad (3.25)$$

Об'єм зони накопичення осаду:

$$W = \frac{q \cdot t(C - m)}{\delta} = \frac{17500 \cdot 2(210 - 150)}{60000} = 35 \text{ м}^3 \quad (3.26)$$

Об'єм зони накопичення осаду в одному відстійнику:

$$W_1 = \frac{W}{N} = \frac{35}{12} = 2,9 \text{ м}^3 \quad (3.27)$$

3.6. Проектування аеротенків

Вибираємо аеротенки-витиснювачі з регенерацією активного мулу, так як $\text{БСК}_{\text{повне}} = 250 \text{ мг/дм}^3$.

Час окислення:

$$T_0 = \frac{L_a - L_t}{R \cdot a_R \cdot \rho(1 - s)}, \text{ год} \quad (3.28)$$

де a_R - доза активного мулу в регенераторі

R – ступінь рециркуляції активного мулу

L_a - БСК_{повне} стічної води, що поступає в аеротенк, мг/дм³;

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

L_t - БСК_{повне} очищеної води після вторинних відстійників, мг/дм³;

ρ – питома швидкість окислення домішок, мг/г·год;

s – зольність активного мулу (для побутових стічних вод $S = 0,3$).

$$T_0 = \frac{250 - 15}{0,3 \cdot 8 \cdot 53,31 \cdot (1 - 0,3)} = 2,6 \quad (3.29)$$

$$a_R = \left(\frac{1}{2R} + 1\right)a = \left(\frac{1}{2 \cdot 0,3} + 1\right) \cdot 3 = 8 \text{ г/м}^3 \quad (3.30)$$

$$R = 0,3$$

Питома швидкість окислення органічних домішок активним мулом:

$$\rho = \rho_{\max} \left(\frac{L_t \cdot C}{L_t \cdot C + K_L C + K_0 L_t} \right) \left(\frac{1}{1 + \varphi a} \right), \text{мг/г} \cdot \text{год} \quad (3.31)$$

C – концентрація кисню в воді в аеротенку, мг/дм³;

K_L - коефіцієнт який враховує вплив органічних домішок на процес очищення води, мг/дм³

K_0 - - коефіцієнт який враховує вплив кисню на процес очищення води, мг/дм³

a - доза активного мулу, г/дм³

φ - коефіцієнт який враховує сповільнення процесу розкладу домішок за рахунок продуктів розкладу (продуктів життєдіяльності та відмирання активного мулу), дорівнює 0,07 дм³/г;

ρ_{\max} - максимальна швидкість окислення домішок активним мулом.

Відповідно до СНіП для міських стічних вод $\rho_{\max} = 85$ мг/г·год; $K_L = 0,33$ мг/дм³; $K_0 = 0,625$ мг/дм³, $\varphi = 0,7$ дм³/г; $S = 0,3$.

$$\rho = \left(\frac{15 \cdot 2 \cdot 85}{15 \cdot 2 + 0,33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \right) \left(\frac{1}{1 + 0,07 \cdot 3} \right) = 52,6 \text{ мг/г} \cdot \text{год}$$

Час аерування:

$$T_a = \frac{2,5}{a^{0,5}} \lg \frac{L'_a}{L_t}, \text{год} \quad (3.32)$$

$$T_a = \frac{2,5}{3^{0,5}} \lg \frac{196}{15} = 1,6 \text{ год}$$

БСК_{повне} води з врахуванням її розведення активним мулом:

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L'_a = \frac{L_a + L_t R}{1 + R} \text{ мг O}_2/\text{дм}^3 \quad (3.33)$$

$$L'_a = \frac{250 + 15 \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 196 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$$

Час регенерації активного мулу:

$$T_p = t_o - t_a = 2,6 - 1,6 = 1 \text{ год} \quad (3.34)$$

Об'єм зони регенерації:

$$V_p = E_p \cdot QR \text{ м}^3 \quad (3.35)$$

$$V_p = 1 \cdot \left(\frac{700000}{24} \right) \cdot 0,3 = 8750 \text{ м}^3$$

Об'єм зони аерації:

$$V_a = t_a \cdot Q \cdot (R + 1) \text{ м}^3 \quad (3.36)$$

$$V_a = 1,6 \cdot \left(\frac{700000}{24} \right) \cdot (1 + 0,3) = 60667 \text{ м}^3$$

Загальні розміри аеротенку:

$$V_{\text{аз}} = V_p + V_a = 8750 + 60667 = 69417 \text{ м}^3 \quad (3.37)$$

Задаємось глибиною 5 м та шириною 20 м

$$L = \frac{V}{HBn} = \frac{69417}{5 \cdot 20 \cdot 5} = 140 \text{ м} \quad (3.38)$$

Приріст активного мулу:

$$P = 0,8 \cdot B - KL'_a \text{ г/м}^3 \quad (3.39)$$

B – концентрація завислих речовин, мг/дм³.

K' - коефіцієнт який враховує яка частина БСК повного іде на збільшення приросту біомаси. $K' = 0,3 \div 0,5$

$$P = 0,8 \cdot 150 - 0,4 \cdot 196 = 41,6 \text{ г/м}^3$$

Питома витрата повітря на аерацію води:

$$D = \frac{Z(L_a - L_t)}{k_1 k_2 k_3 k_4 (c_p - c)} = 0,6 \text{ м}^3/\text{м}^3 \quad (3.40)$$

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтенсивність барботажу:

$$I = \frac{D \cdot H}{t} = \frac{0.6 \cdot 3}{1} = 1.8 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год} \quad (3.41)$$

3.7. Проектування вторинних відстійників

Вибираємо радіальні відстійники. Висота відстійника $H = 5 \text{ м}$.

Питоме навантаження:

$$q_{\text{вм}} = \frac{4.5 \cdot \eta \cdot H^{0.8}}{(0.1 \cdot j \cdot a) \cdot (0.5 - 0.01 \cdot a_t)} \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год} \quad (3.42)$$

$$q_{\text{вм}} = \frac{4.5 \cdot 0.4 \cdot 5^{0.8}}{(0.1 \cdot 170 \cdot 3) \cdot (0.5 - 0.01 \cdot 15)} = 1.65 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$$

Площа зони відстоювання:

$$F = \frac{q}{q_{\text{вм}}} = \frac{961643}{24} \cdot \frac{1}{1.65} = 24283 \text{ м}^2 \quad (3.43)$$

Приймаємо число вторинних відстійників $n = 20$.

Площа зони відстоювання одного вторинного відстійника:

$$F_1 = \frac{F}{n} = \frac{24283}{20} = 1214 \text{ м}^2 \quad (3.44)$$

Діаметр одного вторинного відстійника:

$$D = 2 \sqrt{\frac{F}{\pi}} = 2 \sqrt{\frac{1214}{3.14}} = 40 \text{ м} \quad (3.45)$$

3.8. Проектування метантенків

Об'єм метантенку:

$$V = \frac{V_{\text{заг}} \cdot 100}{D} = \frac{19102 \cdot 100}{20} = 95510 \text{ м}^3 \quad (3.46)$$

3.9. Вибір насосів

Насос на перекачку води обираємо ЦН 1000-180-3.

Табл. 3.2 - Характеристика насосу на перекачку води

Марка насосу	Подача, м ³ /год	Напір, м	Частота оберту, об/хв	Потужність двигуна, кВт
ЦН 1000-180-3	1000	170	1500	500
ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ				Арк.
				45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Число насосів становить 4.

Табл. 3.3 – Характеристика насосу дозатора

Тип	Подача, л/год	Граничний тиск, кг*с/см ²	Потужність, кВт	Маса, кг
НД 2,5 10/250	10	250	0,55	42,5

Число насосів становить 1.

3.10. Вибір фільтр-пресу

Обираємо 1 фільтр-прес стрічковий ЛМН 17 застосовується для зневоднення органічних і дрібнозернистих мінеральних суспензій. Технічні характеристики: ширина – 2 м, швидкість руху стрічки 0,045-0,3 м/с, встановлена потужність 8 кВт, маса – 7000 кг.

3.11. Вибір озонаторної установки

Озонаторна установка типу CFV-20. Число установок становить 3.

Табл. 3.4 – Характеристика генератора озону

Тип	Продуктивність кисню, г О ₃ /год	Продуктивність повітря, г О ₃ /год	Габарити, мм (ДхШхВ)	Потужність, кВт
CFV - 20	20000	9500	2500х1150х2000	160

Число установок становить 3.

4. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

4.1. Розміщення очисних споруд

Приймальна камера стічної води розміщена на найвищій точці місцевості. Камера виготовлена з бетону з розмірами: ширина та довжина 38,2 м, висота 20 м. На відстані 10 м розташовані решітки.

Число прозорів у решітці 109; число коридорів – 4. У даній технологічній схемі використовується дугова решітка типу РДГ – 4, глибиною каналу 2 м, загальна ширина решітки 2,82 м.

На відстані 5 м розміщений контейнер для складування покидьків. Його габаритні розміри: висота 4 м, ширина 5 м, довжина 4,6 м.

На відстані 10 м від решіток розміщені горизонтальні піскоуловлювачі. Число секцій – 6. Довжина піскоуловлювача 18,75 м, ширина одного коридору 1,29 м.

На відстані 8 м розміщено 2 розподільні камери. Габаритні розміри розподільних камер: ширина 6,5 м, довжина 8 м, висота 4 м.

Далі по схилу на відстані 14 м розміщені 12 первинних радіальних відстійників з діаметром 40 м. Відстійники виготовлені з залізобетону.

На відстані 5 м від первинних радіальних відстійників розміщені 2 контактні камери для збирання освітленої води. Розміри однієї камери: ширина 5,2 м, довжина 8 м, висота 5 м.

Аеротенки розташовані на відстані 20 м від контактних камер для збирання освітленої води. В даній технологічній схемі використовується аеротенк-витиснювач з регенерацією активного мулу. Робоча глибина становить 4,4 м; число коридорів – 4, шириною 9 м. довжина аеротенка-витиснювача – 96 м.

На відстані 10 м від аеротенків розміщені 2 розподільні камери водомулової суміші. Розміри однієї камери: ширина 8 м, довжина 8,5 м, висота 5 м.

На відстані 12 м від розподільних камер водомулової суміші розміщені 20 вторинних радіальних відстійників, діаметром 40 м. Відстійники виготовлені з залізобетону.

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На відстані 10 м від вторинних радіальних відстійників розміщено 2 контактних камер для збирання освітленої води. Розміри однієї камери: ширина 6,5 м, довжина 6,7 м і висота 8 м.

Після контактних камер розміщена озонаторна камера, яка знаходиться на відстані 15 м. В озонаторній камері знаходяться 3 озонаторні установки типу CFV – 20 і 3 камери для озонування. Розміри однієї камери: ширина 9 м, довжина 10,2 м і висота 3 м.

Після процесу озонування вода направляється в окислювальний канал і скидається в річку.

4.2. Об'ємно-планувальне вирішення адміністративно-побутових будівель

Будівля є двоперховою, каркасного типу, прогін 24 м, крок колон становить 6 м, а висота поверху складає 18 м. Загальна довжина будівлі 96 м, встановлено мостовий кран, вантажопідйомність якого складає 30 т.

Адміністративно-побутові приміщення знаходяться окремо від очисних споруд, несучі стіни товщиною яких становить 510 мм, висота будівлі – 6 м.

Прив'язка колон до поздовжніх розбивочних осей становить 500 мм, для поперечних - 500 мм; біля деформаційного шва прив'язка колон також 500 мм. Колони встановлено залізобетонні, крок колон становить 6 м. По крайнім поперечним осям встановлено сталі колони фахверку, крок колон також становить 6 м. Стіна встановлена суцільна із силікатної цегли. Товщина стіни становить 510 мм. Несучою конструкцією є залізобетонна ферма, покриття виконано із залізобетонних плит 3 м х 6 м. Вікна стрічкові 6х7,2 м. Встановлені розпашні ворота шириною 4 м, висотою 4,2 м.

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Охорона праці

Згідно зі статтею 23 закону України “Про охорону праці”, який був прийнятий 14 жовтня 1992 р., умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства.

Відповідно до теми дипломного проекту: «Удосконалення системи очищення стічних вод на Бортницькій станції аерації Приватного акціонерного товариства «АК Київводоканал»» найголовнішим є якість очищеної води, яка після очищення надходить у р. Дніпро. Цей аналіз виконують лаборанти хіміко-бактеріологічної лабораторії.

Лаборанти працюють у двохповерховому приміщенні загальною площею 370 м², загальний об’єм 925 м³.

Шкідливі небезпечні виробничі фактори на робочому місці:

- Повітря робочої зони;
- Пожежна безпека;
- Електробезпека.

5.1. Повітря робочої зони

Характеристика стану повітря полягає у таких значеннях як температура, вологість, рухливість повітря та інше.

Заходи по покращенню мікроклімату:

До заходів по покращенню мікроклімату у виробничих приміщеннях відносять:

1. широке застосування кондиціювання повітря та аерації - вентиляції;
2. вдосконалення технологічних процесів;
3. теплоізоляція обладнання, що нагрівається, застосування тепловідводячих екранів;

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. правильна організація виробничих перерв і відпочинку робітників.
Із таблиці бачимо, що параметри мікроклімату відповідають нормі.

Табл. 5.1 - Показники мікроклімату в приміщенні

Пора року	Категорія роботи	Температура повітря, С	Швидкість руху повітря, м/с	Відносна волога, %
		Фактична	Фактична	Фактична
У зимовий період	1Б	17-24	0,2-0,3	65
У літній період	1Б	20-24	0,2-0,3	55-65

У лабораторії знаходяться висококонцентровані речовини і при виконанні аналізу змішування виконуються під витяжними шафами. Користуватися витяжними шафами з розбитим склом або несправною вентиляцією, а також шафами, в яких є речовини, матеріали й устаткування, що не стосуються виконуваних операцій, заборонено.

Гранично – допустима концентрація речовини H_2SO_4 відповідають вимогам ДСН 3.3.6.042-99 та становить 6 мг/м³.

Витяжні шафи, в яких проводять такі роботи, містять верхні та нижні відсмоктувачі, а також бортики, що запобігають стіканню рідини на підлогу. Відповідальний за правильну експлуатацію вентиляційних систем систематично (за графіком) перевіряє ефективність їхнього функціонування.

Фактична концентрація яка становить в лабораторії становить 3,5 мг/м³ відповідає ГОСТ 12.1.005-88/96. Це означає, що вентиляція працює справно та виконує необхідні функції.

Під час проведення аналізу використовується певний перелік речовин, наприклад концентрована сірчана кислота (H₂SO₄), які при потраплянні на шкіру, очі та інші ділянки тіла можуть спричинити важкі наслідки для здоров'я людини.

Тому під час проведення аналізу обов'язково необхідно працювати у спеціальному одязі, а саме: лабораторний халат, захисні рукавиці та окуляри, волосся повинно бути прибрано, особливо виконується аналіз де потрібно працювати із вогнем.

Під час виникнення аварії під час роботи з небезпечним матеріалом, що призвела до забруднення навколишніх предметів, персонал повинен негайно провести знезараження приміщення, обладнання, провести самознезараження.

Для цього застосовують такі методи:

1. Поверхню підлоги, стола, приладу заливають дезрозчином або накривають серветкою, змоченою дезрозчином;
2. Стіни, меблі, інвентар, прилади обробляють тампонами, змоченими в дезрозчині;
3. Забруднений одяг знімають і замочують у дезрозчині;
4. Забруднене взуття обробляють дезрозчином;
5. Усі заходи зі знезараження при виникненні аварії виконують медичні працівники в захисних костюмах під наглядом лікаря, молодший персонал залучається до прибирання після закінчення знезараження;
6. Про аварію і проведені заходи потрібно повідомити керівника установи, який вирішує питання щодо необхідності медичних оглядів;
7. Про нещасні випадки, помилки, що сталися під час роботи з біоматеріалом, потрібно інформувати керівника лабораторії;
8. Завідувач лабораторії може тимчасово відсторонити від роботи з біологічно небезпечними агентами осіб, які допустили порушення правил і недбало працювали;

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Особи, які систематично порушують правила, можуть бути відсторонені від роботи з біоматеріалом за розпорядженням керівника установи.

5.2. Пожежна безпека

Приміщення лабораторії за пожежною небезпекою належать до категорії В, клас зони П-І. Горючими речовинами для горіння в момент виникнення пожеж та вибухів є газ, конденсат, інгібітори, які поступають в атмосферу при утічках через негерметичні з'єднання. Окислювачем служить кисень повітря, а джерелом запалювання – відкритий вогонь, іскри від електрообладнання, іскри при неправильному користуванні інструментом або при використанні іскробезпечного інструменту, застосування електрообладнання та джерел освітлення у невибухонебезпечному виконанні, при курінні в заборонених місцях.

Інструкція про заходи пожежної безпеки у лабораторії поширюється на всі приміщення лабораторії, встановлює вимоги пожежної безпеки, порядок дій у разі пожежі в приміщеннях хімічних лабораторій та є обов'язковою для вивчення і виконання всіма особами, які перебувають у приміщеннях лабораторії, а також працівниками й обслуговувальним персоналом.

Причинами пожежі можуть бути:

1. Порушення технологічних процесів виробництва.
2. Недотримання вимог нормативних документів.
3. Несправність обладнання і неякісний його ремонт.
4. Невідповідність обладнання категорії виробництва.
5. Порушення протипожежного режиму режиму, виробничої і трудової дисципліни.

Для швидкого виявлення пожеж існує система попередження про пожежу і електропожежна сигналізація, радіо і телефонний зв'язок.

Встановлюються автоматизовані установки пожежогасіння порошкові закачні «САМ-3». Ймовірність безвідмовного спрацювання установки після 2000

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

год знаходження в режимі чергування становить 0,94. Час на гасіння пожежі не більше 330 с.

Табл. 5.2 - Класифікація робочих приміщення по вибухо- і пожежонебезпеці.

Назва приміщення	Категорія виробництва	Класифікація приміщень по вибухонебезпеці	Категорія суміші
Хім.-бак. лабораторія	А	В	П-I

Також, використовуються порошкові вогнегасники з пусковим балоном «ОВ-9». Ці вогнегасники мають високу коефіцієнт гасіння пожежі і є дуже надійними. Тривалість гасіння не більше 40 с.

Якщо пожежа поширюється необхідно виконувати евакуацію персоналу. Є два евакуаційних шляхи, до найближчого з лабораторії 20 м. Габарити евакуаційного виходу становлять 0,9 м, коридору 1,2 м та сходові клітка 1,3 м.

Для забезпечення пожежної безпеки необхідно:

1. Робоче місце необхідно тримати у чистоті.
2. Горючі та легкозаймисті речовини тримати у спеціальних місцях у закритому приміщенні.
3. Перед тим, як людина починає виконувати роботу детально ознайомитись із правилами техніки безпеки.
4. Повинен бути розроблений план дії при пожежі, щоб вчасно її погасити і пожежа не розповсюджувалась.

5.3. Електронебезпека

Хіміко - бактеорологічна лабораторія належить до другого класу небезпечних приміщень (ПУЕ - 89). Електроустановки живляться струмами промислової частоти з напругою в мережі 220-380 В. Мережа з ізольованою нейтраллю (точка симетричної системи напруг, що нормально знаходиться під нульовим

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потенціалом). В приміщенні лабораторії підтримується вологість не більше 70% для запобігання ураженню людини електричним струмом.

Основними причинами електротравматизму на виробництві є:

- випадкове доторкання до неізольованих струмопровідних частин електроустаткування;
- використання несправних ручних електроінструментів;
- робота без надійних захисних засобів та запобіжних пристосувань;
- доторкання до незаземлених корпусів електроустаткування, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції;
- недотримання правил улаштування, технічної експлуатації та правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок та ін.

Людина не може виявити, що діє електрична напруга, лише після дії ураження.

Дія струму на організм людини:

- біологічна дія (руйнування і порушення м'язів);
- механічна дія (призводить до розриву тканини, а світлове - до ураження очей).

Існує два види ураження електричним струмом: електричні травми та електричні удари.

Основними мірами захисту від ураження струмом є:

- забезпечити надійність розміщення електроприладів та розміщення електричних дротів;
- виключення небезпеки ураження при появі напруги на корпусах тощо, що досягається використанням подвійної ізоляції, захисним заземленням, зануленням та ін;
- обов'язково попереджати робочого про місце підвищеної напруги;
- не допускати робочих, які не проходили інструктаж з техніки безпеки при поводженні з електроприборами.

В аварійному режимі працює захисне заземлення з опором, що становить $R_3 = 3,8 \text{ Ом}$, що відповідає нормам ГОСТ 12.1.030 – 86/96.

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У даній роботі розроблено проект удосконалення системи очищення стічних вод на Бортницькій станції аерації потужністю 700000 м³/добу.

В ході виконання дипломного проекту було виконано такі завдання:

1. Вибрано та обґрунтовано технологічну схему очищення стічних вод, які відносяться до господарсько-побутових та промислових.
2. Виконано розрахунок матеріального балансу гідравлічних та очисних споруд.
3. Наведено опис теоретичних даних про механічні, фізичні та біологічні процеси, які реалізуються в запропонованій технологічній схемі водоочищення.
4. В будівельній частині спроектовано водоочисні споруди згідно із санітарними та протипожежними вимогами.
5. Наведено теоретичні дані, щодо охорони праці та безпеки життєдіяльності.
6. Виконано креслення генерального плану, технологічної схеми, план розміщення споруд, профіль руху води. Наведена таблиця характеристики води, відповідно до якої було виконано розрахунок.

Запропонована технологічна схема дозволяє досягти поставлених перед проектом цілей: забезпечення необхідного ступеня очистки стічних вод для скиду в водойми.

Список використаної літератури

1. Гомеля М.Д., Крисенко Т.В., Дейкун І.М. Очисні споруди. Основи проектування – К.: НТУУ «КПІ», 2007.- 169 с.
2. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения.- Введ. 01.01.1986.- М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1986.-72 с.
3. Проектирование сооружений для очистки сточных вод. – М.: Стройиздат, 1990.-1992 /Справочное пособие к СНИП/.
4. Когановский А.М. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. – М.: Химия, 1983 – 288 с.
5. С.В. Дятков «Промышленные здания и их конструктивные элементы» - М.: – 1971.-390 с.
6. Мережа інтернет, офіційний сайт ПрАТ АК «Київводоканал»
<https://www.vodokanal.kiev.ua/>

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток 1

Експлікація до генерального плану

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток 2

Експлікація до плану профілю руху води

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток 3

Експлікація до технологічної схеми

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Додаток 4

Експлікація до плану розміщення очисних споруд

					ЛЕ 51.26.ДП.00.019.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64